

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 5/20

[12] 发明专利申请公开说明书

G02B 6/26 G02B 6/28

G02B 6/34 H04B 10/12

[21] 申请号 99111941.X

[43]公开日 2000年8月2日

[11]公开号 CN 1261674A

[22]申请日 1999.8.2 [21]申请号 99111941.X

[30]优先权

[32]1998.8.3 [33]US[31]09/128618

[71]申请人 朗讯科技公司

地址 美国新泽西

[72]发明人 斯坦·鲁米什

迈加利·斯伯克特

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

务所

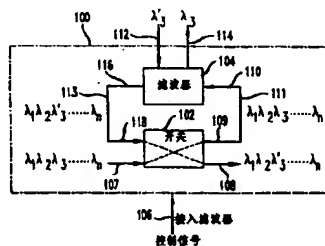
代理人 付建军

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 用于多波长光波系统的加入/分出滤波器

[57]摘要

公布了一种用于在 WDM 滤波器旁路器件内提供光信道加入/分出能力的方法和装置。该装置包含一个光滤波器,一个光开关和一种用于接收配置光开关的控制信号的装置。当被配置为滤波状态时,开关为 WDM 信号路由通过滤波器来分出,加入或分出和加入一个或多个预选的 WDM 信道。当被配置为旁路状态时,WDM 信号旁路通过滤波器。一系列滤波器旁路器件可以互连来增加可被分出或加入的光信道的数目。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种用于通过光波分复用加入/分出系统中的滤波器旁路器件为与许多个光信道相关联的信号寻路由的方法，该方法包括步骤：

响应一个控制信号来配置滤波器旁路器件为滤波状态或旁路状态；

当所述器件处于所述旁路状态时，将与所述许多个光信道相关联的所述信号通过所述开关从一个开关输入路由到一个开关输出；并且

当所述器件处于所述滤波状态时，将与所述许多个光信道相关联的所述信号通过所述开关从一个开关输入路由到一个附加的开关输出，从所述的附加的开关输出到一个光滤波器输入，再通过所述滤波器从所述光滤波器输入到滤波器输出，

进一步的特征在于：

选择所述光滤波器为一个多端口薄膜滤波器，该多端口薄膜滤波器具有与与所述许多个光信道中的至少一个相关联的信号相关的频谱特性。

2、权利要求 1 的方法，其中所述滤波器旁路器件被互连到一个附加的滤波器旁路器件，所述方法进一步包含步骤：

当所述器件处于所述旁路状态时，与所述许多个光信道相关联的所述信号被从所述器件中的所述开关路由到所述互连器件中的开关输入；并且

当所述器件处于所述滤波状态时，所述信号被从所述滤波器输出路由到所述互连器件中的另一个开关输入。

3、权利要求 1 的方法，其中所述滤波器旁路器件被互连到一个附加的滤波器旁路器件，所述方法进一步包含步骤：

当所述器件处于所述旁路状态时，与所述许多个光信道相关联的所述信号被从所述器件中的所述开关路由到所述互连器件中的开关输入；并且

当所述器件处于所述滤波状态时，

所述信号被从所述器件中的所述滤波器输出路由到所述器件中的另一个开关输入;

所述许多个信道通过所述开关被从所述器件中的另一个开关输入路由到所述器件中的所述的附加的开关输出; 并且

所述许多个信道通过所述开关被从所述器件中的所述的附加的开关输出路由到在所述互连的器件中的所述的第一开关。

4、 一种能够分出一个波分复用信号的至少一个信道的一个加入/分出光复用配置, 该配置包含:

响应一个控制信号的光开关, 既用于当控制信号处于一种指示加入/分出所述至少一个信道的状态时, 把波分复用信号送到第一输出, 又用于当控制信号处于一种指示旁路波分复用信号的状态时, 把波分复用信号送到第二输出, 其进一步的特征在于:

一个包含具有基本上与至少一个信道的频谱特性相对应的频谱响应特性的多端口薄膜滤波器的光滤波器, 光滤波器连到用于从波分复用信号中提取至少一个信道的光开关的第一输出, 所述至少一个信道被连到光滤波器的第一输出。

5、 在权利要求 4 中所要求的配置, 其中被滤波的波分复用信号被连到光滤波器的第二输出。

6、 在权利要求 5 中所要求的配置进一步包括一个具有连到光滤波器的第二输出的第一输入和连到光开关的第二输出的第二输入的 Y 分支合并器, 合并器把波分复用信号从开关或滤波器中的一个送到它的输出。

7、 在权利要求 5 中所定义的配置, 其中波分复用信号被第二光滤波器输出送到开关的第二输入以便在至少一个信道被滤波器分出之后, 波分复用信号可被切换到开关的第二输出。

8、 在权利要求 5 中所定义的配置, 其中光滤波器进一步能够把至少一个信道插入到波分复用信号中, 所述至少一个信道被从光滤波器的第二输入输出以便送到光滤波器的第二输出的所述波分复用信号包含被插入信道。

说明书

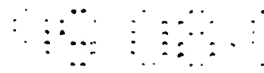
用于多波长光波系统的加入/分出滤波器

本发明涉及被用于产生一个光波分复用(WDM)加入/分出系统的开关型光滤波器的配置。

在一个远距离, 大容量的波分复用(WDM)光网络中, 在贯穿网络的多个加入/分出节点处去除和代替选择性 WDM 信道的能力对于包括本地接入, 交互多媒体和波长出租的多种增值通信业务是很重要的。特别地, 这种能力需要在每个加入/分出网络中从由许多个这样的信道组成的复用信号中分出一个或多个光信道, 并且, 在某些情况下, 替换一个或多个与原始信道具有相同载波频率的光信道。

WDM 加入/分出系统在已有技术中已被公布为使用一个完全的频率解复用的方法。这样的系统已通过把 $1 \times N$ 个信道解复用器, 例如所谓的 Dragone 路由器与 $N \times 1$ 个无源信道合并器配对, 并在这些 2 个器件之间的 N 个信道互连的子集上工作以去除和代替选择性信道来构建(这类系统在 U.S. 专利号 5,526,153, 作者 Glance, 1996/6/11, 在上下文称为 Glance '153 专利)。在这种配置中, 由许多个复用的光信道组成的一个输入信号必须先完全解复用来产生单个光信道的序列。之后, 解复用的信道的一个子集被送到一个电路, 在那儿进行一个或单个单独信道的分出, 加入或者分出和加入。随后, 解复用的信道被送到一个复用器, 产生多个新的复用的光信道。不管要加入, 分出或加入和分出的光信道的数目是多少, 全部多个的复用的光信道都必须被解复用和复用。尽管使用这种配置大量信道可被分出和加入, 但它不可避免地存在一些明显的局限。

当在一个远距离的 WDM 网络中要进行多次解复用/复用时, 这些成对的解复用器/复用器加入/分出节点引起光信道带宽的显著变窄。这种变窄可进一步由在激光功率源和光信道滤波器之间例如, 由于温度效应, 极化灵敏度和老化效应而发生的频率不对准而增强。由于



Dragone 路由器允许经相邻信道路径的信号某些泄漏，并在可变长度信道路径中产生信号相位差，引入了多路径干扰。这种干扰会引起经每个解复用器/复用器对传递的信道的功率分配上的显著波动(见，如 D.A. Fishman, D.G. Duff, J.A. Nagel “用于运用单频和多频激光器的 1.7Gb/s 光波传输系统的多路径干扰的测量和模拟”，光波技术杂志，vol.8, No.6, 1990,6)。经每个解复用器/复用器对的信号功率的损失会是很明显的，需要在网络中更多的点处插入昂贵的光放大器。

信道带宽变窄可通过运用避免对全部 WDM 光信道进行复用/解复用的基于光纤光栅的选择性滤波器来减少(见 H.Okagama 等，“包含光纤光栅和光开关的动态波长选择性加入/分出节点”，电子快报，vol.33, No.5, pp.403-404,1997,2,27)。然而，当被用来分出和加入多个信道时，这些滤波器的插入损耗和费用也是重要的。并且在针对相邻信道抑制进行优化的滤波器配置中，信号色散也会是一个问题。

在每个加入/分出节点处由一系列开关型滤波器旁路器件组成的滤波器旁路系统中费用和插入损耗与当前技术相比可明显降低。在这些滤波器旁路器件中的滤波器是单独设计来对复合 WDM 信号中的一个或多个预选信道起作用，并且只有当一个相应信道企图被分出和/或代替时，复合信号才被切换到某一特定滤波器的输入。否则，复合信号旁路掉滤波器而到达随后的级联的滤波器旁路器件。每个器件包括一个开关和一个滤波器，开关具有用于路由信道的一些位置而滤波器用于缩减(分出)和插入(加入)被选择的信道。与每个系统相关联的是一个连到每个滤波器旁路器件中的开关控制器，用于为那个开关选择希望的路由位置。

该发明的系统与已有技术相比提供了一些优点。省掉了对不被分出或加入的光信道的不必要的信号处理，从而降低了与已有技术基于复用器/解复用器系统相关联的带宽的变窄，噪声的产生和功率损失。在本发明的一个优选实施例中，系统运用薄膜滤波器技术通过去除对光循环器的需求和通过降低所需的光开关的数目，提供比基于光纤光栅的选择性滤波器系统的明显的改进(见 H.Okagama 等，“包含光纤光

栅和光开关的动态波长选择性加入/分出节点”，电子快报，vol.33，No.5，pp.403-404,1997,2,27)。结果获得了成本，色散和插入损耗的降低。

本发明从下面联系附图的示意性实施例的详细描述中可充分理解，图中：

图 1a 表示本发明的示意性实施例的图解图形，滤波器旁路开关被配置到滤波器状态。

图 1b 表示图 1a 的实施例的图解图形，开关处于旁路状态；

图 2 是表示适合用于器件实施例 1a 和 1b 的滤波器实施例的图解图形。

图 3a 和 3b 表示遵照本发明的原理，用于 2 个级联的开关型滤波器旁路器件的图解图形。

图 4 是表示在远距离光网络中的 WDM 加入/分出能力的图解图形，其中贯穿网络的多个节点处包含许多 N 个加入/分出系统。

一个光波分复用(WDM)加入/分出滤波器旁路系统为由许多个这样的信道构成的复用信号提供了选择性光信道加入/分出能力。滤波器旁路系统是一个包含一系列开关的滤波器旁路器件的结构。每个器件包括一个光开关和一个光滤波器，并对控制信号作出响应，以便一个输入的复用的光信号经光开关被送到或者旁路经过光滤波器。

在每个器件中，一个光滤波器被提供具有与一个或多个预选光信道相关的频谱特性。该特性使得滤波器抽取(分出)，插入(加入)，或分出和加入这些预选光信道到复用的光信号。如果没有信道想被滤波，器件引起复用信号经光开关旁路滤波器。而且，实现这种加入/分出特性不需要象已有技术中对整个复用的信号进行解复用或把信号通到非起动的(non-activated)滤波器。为了更好地解释由该器件提供的比已有技术的优点，简单回顾了 2 个已有技术的 WDM 加入/分出系统。

一个已有技术的 WDM 加入/分出系统运用一个 $1 \times N$ 信道解复用器，象所谓的 Dragone 路由器，与一个 $N \times 1$ 无源信道合并器配对(见如 Glance '153 专利)。由许多个 N 复用信道组成的 WDM 信号首先被

输入到解复用器，该解复用器对该信号进行解复用并提供一个信号给每个 N 输出端，每一个输出信号基本上由 N 个信道中的一个构成。系统包括从每个输出端选择性分出光信道信号和选择性加入光信道信号到输出端的装置。在这些信号被分出和加入之后，每个输出被输入到合并器，合并器把来自每个输出端的所有信号复用，产生一个由一个新的系列的光信道信号组成的 WDM 信号。在这样的加入/分出系统中使用的光复用器和解复用器在授权给 Dragone 的 U.S. 专利 Nos. 5,002,350 和 5,136,671 中进一步描述分别在 1991/3/26 和 1992/8/4。

在操作中，这样一个配置受一些缺陷影响。特别地，信道带宽变窄和串扰在用许多这样的系统构建的 WDM 加入/分出应用中是严重的。由于单个光路径长度差导致的不完全信道隔离和相位延迟引起的多路径干扰效应，产生相当大的噪声和功率损失(见，例如 D.A. Fishman, 在所引用的书中)。

我们已发现了通过运用一个基于滤波器的复用器代替目前在解复用器/复用器对中使用的无源耦合器可以降低多路径干扰。然而，即使有这种代替，与信道带宽变窄和功率损失有关的限制仍然存在。信道变窄是由于使整个系列信道受到许多级解复用和复用引起的，还由于来自激光器波长信号和光滤波器通带之间的特征性频率未对准。这种不对准，会例如由于热效应，极化灵敏度和老化而发生。由于目前系统的带宽和信号检测限制，与这种配置相关联的信道变窄效应会严重限制在光网络中可用的加入/分出节点的数目为不多于 10 个节点。此外，加入到每个复用器的滤波器也在多节点网络应用中增加了很大的费用。

第二个 WDM 加入/分出系统通过运用包含光纤光栅滤波器，光循环器和光开关的配置降低了信道变窄效应(见 H.Okayama 等，“包含光纤光栅和光开关的动态波长选择性加入/分出节点”，电子快报，Vol.33, No.5, pp403-404, 1997/2/27)。由许多个光信道组成的 WDM 信号通过光循环器送到光开关，在那里，它可以被送到光纤光栅滤波器或也可以旁路通路该滤波器。如果被送到滤波器，在这个信号中的一个或

多个光信道被滤波器反射回去并送到循环器被分出。剩余的信道通过第二开关和第二光循环器被送出。一个或多个信道可通过第二循环器和第二开关加入到滤波器中，在那里它们被向前反射到 WDM 信号流。这种配置可以以串联的方式互连来提供在 WDM 信号流中分出和加入多个信道的能力。

尽管这种基于光纤光栅的加入/分出系统降低了信道变窄，但它对于那种每个节点都要加入/分出大量信道的应用明显增加了费用和插入损耗。例如，以分贝(dB)表示的插入损耗可以比基于 Dragone 复用器/解复用器对的等效的加入/分出系统的插入损耗大 2 到 3 倍。此外，波长比滤波的信道低的信道由于包层模反射所致，会产生明显的传输损耗，这样限制了光纤光栅滤波器的有效使用只限于位于较短波长的 WDM 信道的很小的子集(见 Tutsn Erdogan 和 Victor Mizrahi, “光纤光栅技术的发展”, IEEE LEOS Newsletter, 1993,2, pp.14-18)。

很多数目的加入/分出节点的远距离的光网络加入/分出复用是通过运用由一系列开关型光 WDM 滤波器旁路器件组成的光 WDM 加入/分出滤波器旁路系统来得到改进的。基于对薄膜滤波器技术的一种唯一的配置和使用，这些滤波器旁路系统能够避免在解复用器/复用器对配置中出现的带宽变窄效应。此外，这些系统能够消除和代替那些用在基于光纤光栅配置中的会引起明显费用和损耗增加的单元。而且，这些系统不出现会限制要分出和/或加入的信道的范围的包层模反射效应。

图 1(a)和 1(b)表示在本发明中运用的类型的滤波器/旁路器件 100 的功能性示意。滤波器/旁路选择由一个光开关 102 使能。总之，开关 102 可以有用于接收光信号的 N 个输入和用于发送光信号的 M 个输出。例如，在图 1(a)中表示的开关 102 有 2 个输入 107 和 118，2 个输出 108 和 109。与互联的滤波器旁路器件的级联配置相一致(见图 3(a)和 3(b))，开关 102 可以经由一个控制信号 106 被配置为将光信号路由到滤波器状态或旁路状态。控制信号 106 可以通过任何传统装置产生，包括但不限于：1)本地控制，例如，一个中心局网络控制操作者；2)

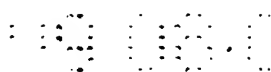
远程控制，如一个网络控制中心；3)通过使用动态网络重配置软件自动化；或 4)人工控制。适合于此目的的 2X2 单模光纤开关可从 DICon Fiberoptics, Inc. Of Berkeley, California 获得。

在图 1(a)中，WDM 滤波器旁路器件 100 包含一个光开关 102，一个光滤波器 104，一个控制信号 106 和许多个光输入和输出的组合。开关 102 被配置为工作于滤波状态。一个光复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 由开关输入 107 接收。响应控制信号 106，开关 102 被切换到滤波状态。结果，复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 被从开关输入 107 切换到开关输出 109，并又经一光链路 111 连到滤波器输入端 110，从而导致复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 被滤波器 104 处理。在滤波器 104 经一滤波器输出 112 分出一个频率信道 λ_3 并经一滤波器输入端 114 加入频率信道 λ_3' 之后，复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \lambda_3' \dots \lambda_n$ 被提供给滤波器输出 116。该输出 116 经光链路 113 接着连到开关输入 118。从而，信号到达开关输入 118 并由开关 102 切换到输出 108。

图 1(b)示意处于旁路状态的器件 100 的工作。光复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 由滤波器旁路器件 100 的输入端 107 接收。作为对控制信号 106 的响应，开关 102 被切换到旁路状态并且复用信号被直接切换到开关输出 108，从而引起复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 旁路通过滤波器 104。相应地，处于旁路状态的开关 102 排除了对复用信号 $\lambda_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 的不必要处理。

在图 1(a)和 1(b)中表示的滤波器 104 可以有用于接收光信号的 N 个输入和用于发送光信号的 M 个输出。滤波器 104 的有效滤波器单元可以是薄膜滤波器类型。在图 2 中，例如滤波器 104 有 2 个输入 110 和 114，3 个输出 112，116 和 120。薄膜滤波器单元 122，124，126 被设计为在各自的预选信道频率上有效并且连到瞄准仪 128。滤波器通过导致预选频率经滤波器传输和通过导致其它频率被这些部件反射来工作。适合的膜滤波器例如可从 Oplink Communications Inc. Of Hoboken, 新泽西, USA, Part No. IBPF-5LT-16-1 获得。

在图 2 中示意的薄膜滤波器被配置为分出 2 个被选光信道和加入一个被选光信道。显然，对于那些本技术中的熟练人员，许多其它的



滤波器组合也是可能的。

关于这样的薄膜滤波器的工作和制造的细节对于本技术的熟练人员是熟知的。(见 M.A.Scobey, D.E. Spock, 美国 OCA/Optical 公司, Marlborough, Massachusetts, “运用 MicroPlasma 光干涉滤波器的无源 DWDM 部件”, OFC '96 技术杂志 pg.242-243). 薄膜滤波器为了引起光信号中的某些频率被滤波器单元反射和引起其它频率通过滤波器单元传送, 运用了光波的干涉特性。每个滤波器单元典型地包含一个由许多个介质薄膜层组成的共振腔。每层有一特定的厚度(典型地等于要被反射的光波长的 $1/4$)。不同厚度的层以预定顺序堆放以便每个滤波器单元能反射一个宽范围的频率。

除了在图 1(a)和 1(b)中示意的 WDM 滤波器旁路器件的优选实施例, WDM 滤波器旁路器件可以有許多另外的配置, 所有这些都预期可使用。例如, 由在图 1(a)和 1(b)中示意的 2 接 2(2×2)光开关可以被这样配置: 在滤波器旁路级联中, 第一个这样的器件后面的每个滤波器旁路器件接收前面器件的携带旁路的 WDM 信号的路径作为第一输入, 并接收前面器件的携带滤波的 WDM 信号的路径作为第二输入(见, 例如, 图 4(a))。此外, 例如, 用在图 1(a)和 1(b)中的单个 2×2 开关可以由运用 2 个 1 接 2(1×2)开关, 2 个 2×2 开关或一个 1×2 或一个 2×2 开关与一个 Y 分支波导合并器混合的配置来代替。如前面注意的, 薄膜滤波器可以有一个或多个用于分出光信道的端口和一个或多个用于加入光信道的端口。

在本发明的期望的应用中, 在贯穿远距离光通信系统 150 的许多个节点 152, 153 处运用了许多光 WDM 加入/分出系统(见图 3)。在每个节点 152, 153 处的系统由一系列开关型滤波器旁路器件组成。在一系列光信道中的光信号进入远距离系统 150, 并在复用器 156 处合并构成一个 WDM 信号。该信号被发送到节点 152, 153。一旦离开每个节点, 这些信号可由光放大器 154, 155 来再生。在每个节点 152, 153 处构成加入/分出系统的滤波器旁路器件可以以多种方式互联(2 个优选实施例在图 4(a)和 4(b)中示意)。

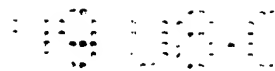
在图 4(a)中, 由多个滤波器旁路器件 200 - 206 构成, 光复用频率信道 $\lambda_1\lambda_3 \dots \lambda_n$ 被送到滤波器旁路器件 200 的加入/分出节点输入 208。作为对控制信号 210 的响应, 开关 212 被切换到滤波状态, 并且光复用频率信道 $\lambda_1\lambda_3 \dots \lambda_n$ 被滤波器 214 处理。

在该实施例中, 控制信号 210, 228, 230, 232 以协调方式工作。特别地, 例如, 用来选择器件 202 中的开关 216 的配置的控制信号 210 既基于器件 202 的希望状态(滤波或旁路)又基于由开关 212 建立的前面的器件 200 的当前状态来确定。这个后面的器件对开关 216 的配置很重要, 因为它确定了开关 216 的 2 个输入中的哪一个会接收来自前面的器件 200 的 WDM 信号。

因此, 旁路状态和滤波状态的开关位置在每个滤波器旁路器件 200 - 206 中可能是不相同的。而且, 滤波器旁路器件 206 可以有利地连到一个 2 接 1(2x1)开关或一个 Y 分支波导合并器 234 来提供这组滤波器旁路器件 200 - 206 的一个输出。

图 4a 的滤波器 214, 分出频率信道 λ_1 并用频率信道 λ'_1 代替它产生复用的频率信号 $\lambda'_1\lambda_3 \dots \lambda_n$ 。之后, 光复用频率信号 $\lambda'_1\lambda_3 \dots \lambda_n$ 被送到滤波器旁路器件 202, 其中相似的处理被重复。然而, 在由图 4(a)示意的当前例中, 滤波器 218 加入一个输入信号中没有的频率信道 λ_2 , 并且产生复用的频率信号 $\lambda'_1\lambda_2\lambda_3 \dots \lambda_n$ 。复用的频率信号 $\lambda'_1\lambda_2\lambda_3 \dots \lambda_n$ 之后被送给滤波器旁路器件 204, 在其中重复一个相似的处理。然而, 在图 4(a)的例子中, 滤波器 222 分出频率信道 λ_3 , 并产生复用的频率信号 $\lambda'_1\lambda_2 \dots \lambda_n$ 。该过程经剩余的滤波器旁路器件 206 被类似地重复。

图 4(b)表示与图 1(a)和 1(b)中示意的器件实施例相一致的另外的节点配置。该配置的操作除了对滤波器输出的路由以外, 与图 4(a)中的配置类似。在图 4(b)中, 由滤波器 214 产生的信号 $\lambda'_1\lambda_3 \dots \lambda_n$ 不直接路由到开关 216, 而是路由到开关 208 的第二输入, 之后这个信号再路由到开关 216。该过程经滤波器旁路器件 206 重复, 并且具有限制在每个滤波器旁路器件中的开关为一个外部输入和外部输出的优点。该限制简化了确定在滤波器旁路器件之间信号路由用的合适的开



关配置，从而确定合适的控制信号 210, 228, 230 和 232 的过程。

波长可选光 WDM 加入/分出系统可以排除在配对的解复用器/复用器混合体中存在的信道变窄的问题。基于对 WDM 系统中信道检测的当前带宽需求，带宽变窄目前限制了可被插入的远距离系统的配对的 Dragone 解复用器/复用器加入/分出节点的数目到约 10 个节点。由于在波长可选系统，例如当前的滤波器旁路器件配置中带宽变窄是可忽略的，可插入远距离光系统的基于滤波器旁路器件节点的数目不会由于带宽变窄效应而受到限制。

尽管也不会受到带宽变窄效应的限制，基于光纤光栅的选择性系统的插入损耗普遍比基于成对 Dragone 解复用器/复用器的系统和基于本发明的滤波器旁路器件的系统的损耗要高。本发明的滤波器旁路器件系统的插入损耗一般比基于成对 Dragone 解复用器/复用器的系统要低，滤波器旁路系统的损耗性能随着每个节点的加入/分出信道数目的减少而会不断提高。基于目前元件部件费用，对于每节点的花费而言滤波器旁路系统大约为基于光纤光栅的选择性系统的 1/2 到 1/3。大部分原因是滤波器旁路系统配置不需要光循环器和只需更少的光开关。

上面描述的示例性实施例只是许多本发明的可选实施例中的一个，这对于本技术的熟练人员从前面的描述中可显而易见。相应地，该描述只是作为示意来构建的，目的是教那些本技术的熟练人员实现本发明的最好的方式。在不偏离本发明的教导的前提下，本技术的熟练人员可以设计各种其它的替代。例如，如前面提到的，可以运用各种开关和/或合并器组合来实现滤波器旁路器件的开关功能。并且对于配置来加入和分出信道的可变数目的端口，也可以运用许多种薄膜的滤波器配置。

说明书附图

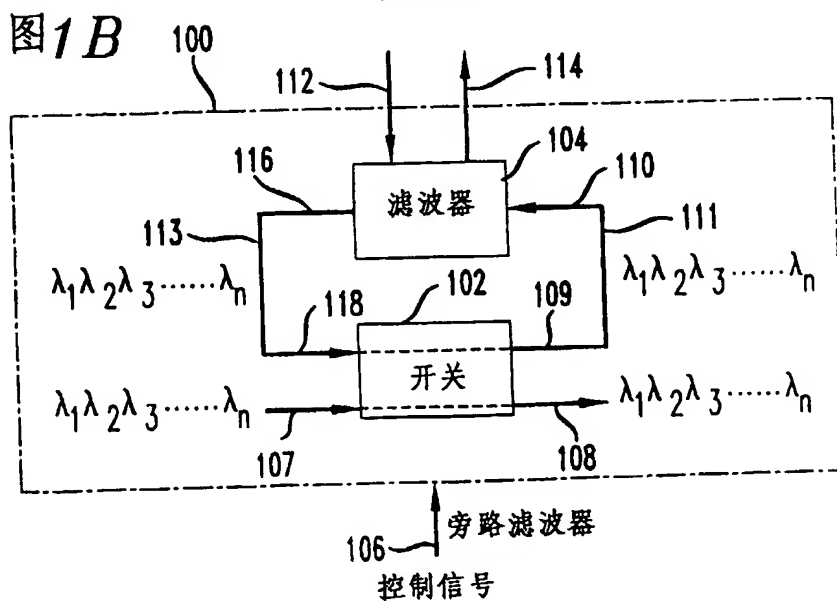
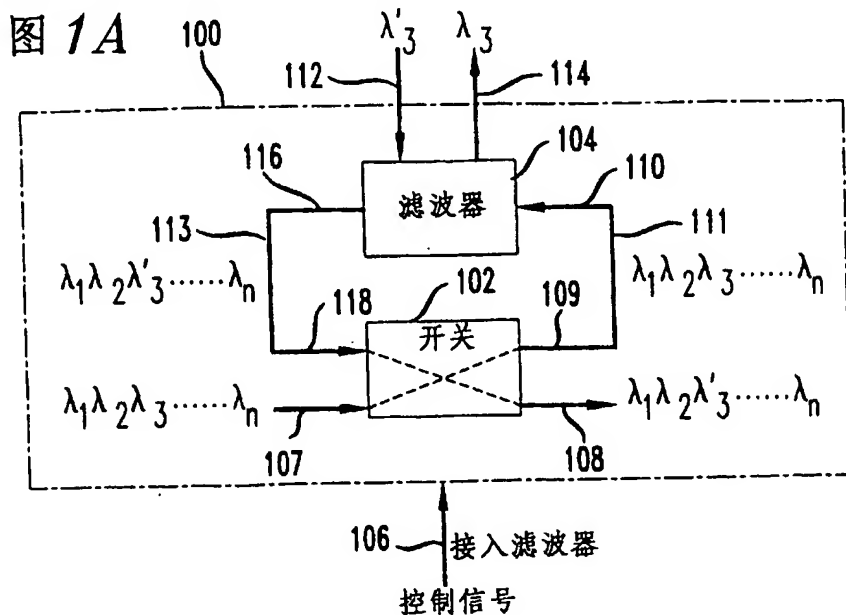


图 2

图 2

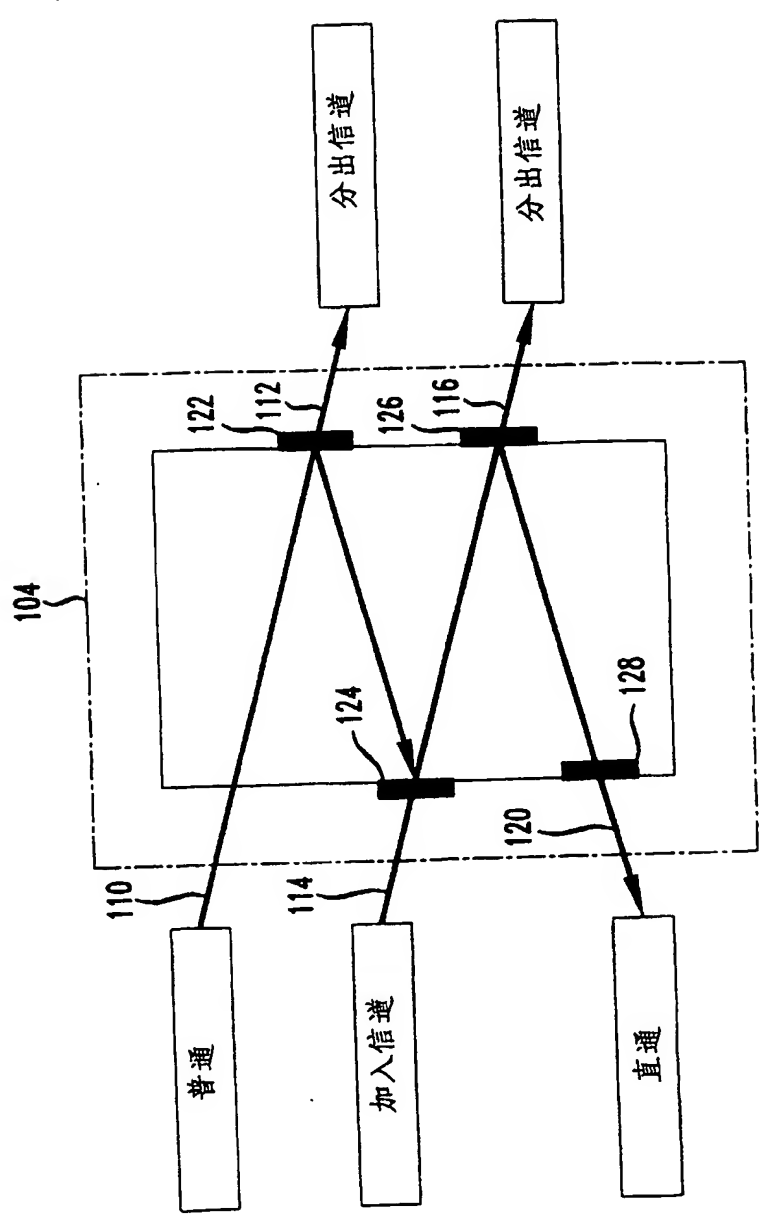


图 3

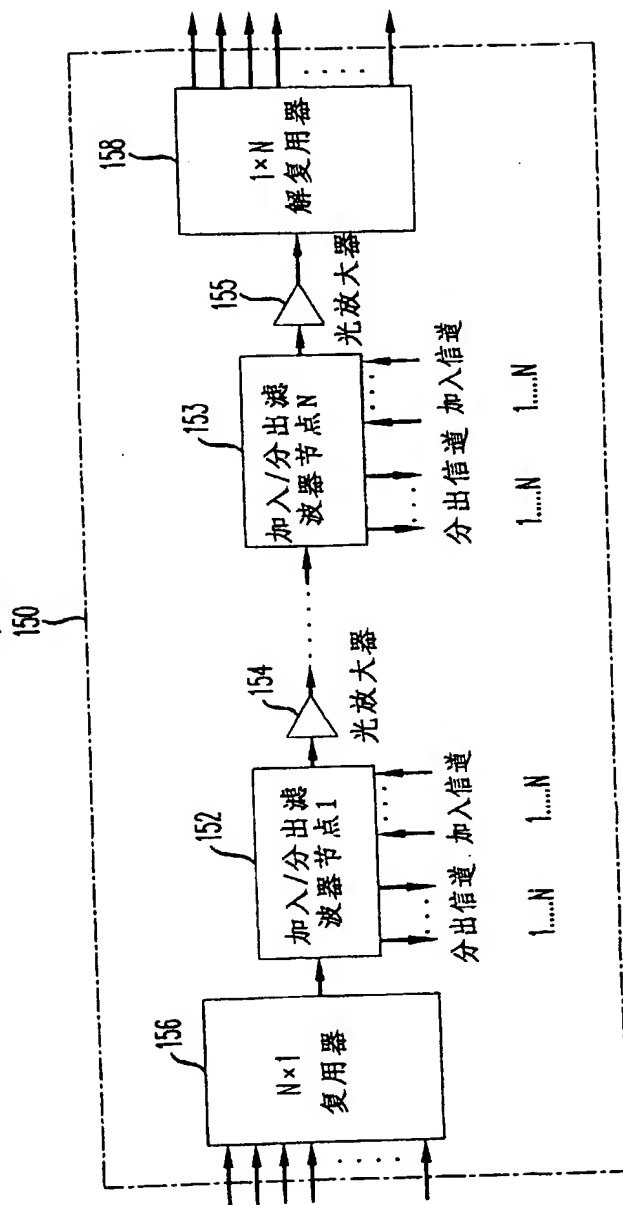


图 4A

图 4A

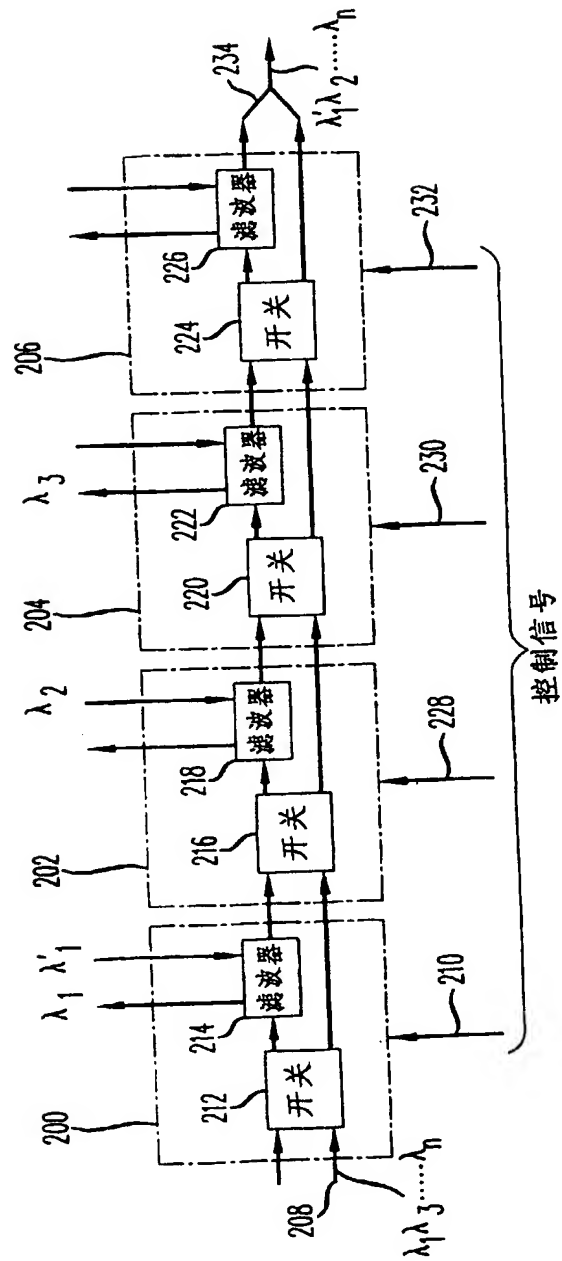


图 4B

